Aus den Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin
Leiter: Professor Dr. Adolf Bickel

Beobachtungen über den Einfluß des Reiseiweißes auf den Stoffwechsel

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Medizinischen Doktorwürde
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

HANSHEINZ KOHLER
aus
Swakopmund, Deutsch-Südwest-Afrika

Tag der Promotion: 19. Juli 1938

Hamburg 1938

M 184

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Prof. Dr. Bickel

Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Druck: A. Preilipper, Hamburg 11, Admiralitätstr. 16 / Fernruf 36 50 89

Wenn auch über den Beginn der Reiskultur nichts Näheres bekannt ist, gilt doch als eigentliche Heimat des Reises das östliche Indien, das mit seinem Reichtum an Feuchtigkeit und Wärme besonders günstige Verhältnisse für das Gedeihen der Reispflanzen bietet. In den alten Liedersammlungen (Rigwēda) des indischen Volkes, die uns über den Stand der Kultur in ältester Zeit, besonders auch hinsichtlich der Ernährung, wichtige Aufschlüsse geben, wird der Reis noch nicht genannt. Man nimmt daher an, daß die vom Westen her eindringenden Arier ihn erstmalig als Ackerfrucht angebaut haben, nachdem sie ihn als Wildpflanze der östlichen Gebiete Indiens kennen gelernt hatten. Jedenfalls scheint sich der Anbau, gestützt durch die günstigen klimatischen Verhältnisse, rasch zunehmend verbreitet zu haben, denn in späterer Zeit bilden Reis und Gerste die wichtigsten Faktoren in der Ernährung des indischen Volkes. Man kannte so auch schon lange mehrere Arten, den schnellreifenden, den hellen, den dunklen und den großen Reis. Während Jahrtausenden, in denen der Reis für bestimmte Gegenden das Volksnahrungsmittel gebildet hat, sind, beeinflußt durch Boden und Klima, unzählige Variationen entstanden, wie sie wohl kaum eine andere Pflanze erreicht hat. Nach *Watt* soll es im unteren Stromgebiet des Ganges etwa 4000 benannte Sorten geben, von denen in dauerndem Wechsel die einen verschwinden und andere hinzukommen (*Hintze* [1]).

In China lagen die Bodenverhältnisse für den Reisanbau von vornherein ungünstiger. Hier hatte in frühester Zeit die Hirse die tragende Rolle in der vegetabilischen Nahrung. Sie wird in ihrer Stellung als Hauptnährfrucht erst abgelöst zu einer Zeit, wo das alte Kulturzentrum an Breite gewinnt und ein ausgedehntes System von Bewässerungsanlagen schafft. Heute hat der Reis in Mittel- und Südchina als Nahrungsmittel überwiegende Bedeutung, während er in Nordchina zugunsten anderer Körnerfrüchte eine untergeordnete Stellung einnimmt. Da die Reispflanze bezüglich Boden, Bewässerung und klimatischen Verhältnissen immerhin bestimmte Ansprüche stellt, die in China, wie bereits erwähnt, keineswegs so naturgegeben sind, wie in den feuchtwarmen Niederungen Indiens, ist die Anlage und Instandhaltung einer rentablen Reisplantage mit erheblichen Kosten verbunden. Es ist daher verständlich, daß in China, zumal in ungünstigen Lagen, der Reis eine verhältnismäßig teuere Nährfrucht ist (1). Gibt es doch, selbst in ausgesprochenen Reisgegenden, unter

den Ärmsten der Bevölkerung Millionen, die es sich fast nie leisten können, Reis zu essen. Bei diesen Volksschichten bestreiten aus Billigkeitsgründen in der Hauptsache Süßkartoffeln und Hirse, in den nördlichen Gegenden mehr die Soja-Bohne, die Ernährung.

Daß eine einseitige Reisnahrung den körperlichen Ansprüchen nicht genügt, ist den Chinesen schon längst zur Erkenntnis geworden. Sie sollen z. B. sagen, daß bei reiner Reisernährung ein Mensch nur 15 Tage lang schwere Arbeit leisten könne (1). Es dürfte daher nicht zutreffen, wenn man bei uns, um die Genügsamkeit des chinesischen Kulis zu charakterisieren, behauptet, er könne von einer „Handvoll Reis" am Tage leben.

In Japan, wo der Reis seit langem ein Hauptnahrungsmittel ist, treffen wir ähnliche Verhältnisse wie in China. Der Deutsche *Baelz*, der als Arzt und Naturforscher Japan genau kennt, sagt (1901): „Reis war in Japan bis vor kurzem die Nahrung der wohlhabenden Stände. Der Bauer baute den Reis, er konnte es sich aber nicht leisten, ihn rein zu essen. Er mischte ihn mit zwei bis drei Teilen Gerste und aß ihn in dieser Weise." (*Hintze* [1]).

In späterer Zeit hat sich der Reisanbau auf alle Länder, in denen die klimatischen Bedingungen für Gedeih und Reife der Pflanze gegeben waren, ausgedehnt. Erst Mitte des 15. Jahrhunderts wurde der Reis in Europa angebaut. In Italien, wo die Pflanze lange Zeit gut gedieh, erließ man in der Erkenntnis des gesundheitsschädigenden Einflusses (Malaria) der Sumpffelder ein Anbauverbot. Heute haben die Tropen und Subtropen Amerikas eine führende Stelle in der Reisproduktion gewonnen (2).

Man unterscheidet im allgemeinen vier Reisarten, die im Weltkonsum den Hauptanteil darstellen. Die edelste Sorte (Oryza sativa) ist die bekannteste und gebräuchlichste. Sie ist eine Sommerfrucht, die nur auf sumpfigem Boden gedeiht und bis zur Fruchtreife etwa 6 Monate braucht. Die drei anderen Arten treten im Verbrauch mengenmäßig weit zurück. Sie seien der Vollständigkeit halber erwähnt. Der frühreifende Reis (Oryza praecox) ist ebenfalls eine Sumpfpflanze, während der Klebreis (Oryza glutinosa) auf nassem und trockenem Boden gedeiht und der Bergreis (Oryza montana) nur auf trockenem Boden wächst (3). Die Unterschiede bezüglich ihres Gehaltes an Kohlehydraten, Eiweißkörpern und Mineralien sind so gering (4), daß man im Rahmen einer biologischen Betrachtung wohl einfach von Reis sprechen kann.

Das Reiskorn zeigt anatomisch den gleichen Bau wie die anderen Getreidefrüchte. Es ist umgeben von einer strohartigen, harten Hülle, den Spelzen. Das eigentliche Samenkorn wiederum besitzt eine dünne Schale, das sogenannte „Silberhäutchen" (Pericarp), das sich aus mehreren Zellschichten zusammensetzt. Der darunterliegende Mehlkern (Endosperm) zeigt ein feinverzweigtes Zellulose-Gerüst und ist nach außen hin durch eine einfache Schicht prismatischer Zellen (Aleuronschicht) begrenzt. Die Maschen des Gerüstes sind ausgefüllt mit dünnwandigen Zellen, in denen die Eiweißkörper und Stärke-

körnchen liegen (2). An der Basis des Kornes sitzt der Keim, der wie ein Kiel der Frucht anliegt.

Da die Spelzen der Reisfrucht ungenießbar sind, ist der Reis nur in enthülstem Zustande zur Ernährung geeignet. Dies war auch die ursprüngliche Form seines Genusses. Das enthülste Korn (Endosperm mit Silberhäutchen) ist von rot-bräunlicher Farbe und wird „roter Reis" genannt. Bald jedoch wurde der enthülste Reis, wahrscheinlich aus Gründen des feineren Geschmackes, mit Hilfe eines Mahlvorganges seines Silberhäutchens entkleidet, wobei natürlich die äußere Schicht des Mehlkernes auch teilweise mit entfernt wurde (4). Während die Handmühlen der Eingeborenen in dieser Hinsicht nur unvollkommen arbeiteten, brachte es der späterhin maschinell ausgeführte und viel intensiver wirkende Mahl- und Polierprozeß mit sich, daß etwa ein Sechstel bis ein Fünftel (*Aron* und *Hocson* [4]) des Reiskornes abgeschliffen wurde. Der so gewonnene „polierte" Reis sieht rein weiß aus. Die beim Mahlen und Polieren entstehenden Abfälle bilden die als Futtermittel hochgeschätzte Reiskleie. Da die Kleie relativ viel an wichtigen Nährstoffen enthält, werden dem Reiskorn durch das Polieren gewisse Bestandteile entzogen, wodurch sich die Zusammensetzung des Reises in chemischer und biologischer Beziehung wesentlich ändert. *Wise* und *Broomel* (5) haben nach Entfernung von Schale, Keim, sechs Kleieschichten und einem Teil der siebenten Schicht einen Verlust von 70% der Asche, 85% des Fettes und 10% des Eiweißes nachgewiesen. Der hohe Fettgehalt der peripheren Schichten wird oft als Grund für das Polieren des Reises angeführt: Erhöhung der Haltbarkeit durch Verhinderung des „Ranzigwerdens"! Was durch das Polieren an N-Substanz und Mineralstoffen verloren geht, beweist die Aufstellung von *Eijkman* (6).

	Stickstoff	Asche
Reisspelze (äußere, grobe Hülle)	0,23%	2,0%
Silberhäutchen (Kleie)	2,23%	7,7%
Reis, halbgeschält (Kleie unvollständig entfernt)	1,21%	1,4%
Reis, völlig geschält und poliert (Kochreis) . . .	1,12%	0,6%

Unter den Aschebestandteilen ist der Quantität und wahrscheinlich auch der physiologischen Bedeutung nach am wichtigsten die Phosphorsäure, die hauptsächlich in Form von Phytin in der Reiskleie enthalten ist. *Aron* und *Hocson* (4) nehmen den P_2O_5-Gehalt einer Reisprobe sogar als Indikator für die Intensität des Mahlprozesses an, der angewandt wurde. Die Asche der Spelzen besteht zu 80—90% aus Kieselsäure (*König* [3]).

Daß in den Hüllen sämtlicher Getreidesamen gewisse „Ergänzungskörper", die der lebende Organismus unbedingt benötigt, in hohem Maße enthalten sind, ist uns heute eine feststehende Tatsache. Diese Entdeckung wurde zuerst gemacht beim Reis, wie überhaupt die Reisnahrung die Grundlage bildete für alle Kenntnisse, die wir heute auf dem Gebiete der B-Avitaminose und der aus ihr entstehenden Krankheitserscheinungen besitzen. Diese Krankheit machte sich in Ostasien nicht

so sehr wegen des besonders hohen Vitamin-B-Reichtums der Reishüllen geltend, sondern weil eben keine andere Nährfrucht in der Gesamtkost der großen Menschengruppen dort so sehr im Vordergrund stand, wie gerade der Reis. Während *Fraser* und *Stanton* (7) diese lebenswichtigen Substanzen ausschließlich in die Aleuronschicht lokalisierten, wiesen *Bell* und *Mendel* (8) nach, daß sie in der Hauptsache im Keim und im Pericarp — dem Silberhäutchen — enthalten sind. Dies sei hier nur beiläufig erwähnt. Das Kapitel „Reisnahrung und Beri-Beri" gehört bekanntlich in der medizinischen Literatur zu den bedeutungsvollsten und grundlegenden der ganzen Vitaminlehre.

Um die zum Teil unnötig hohen Verluste von wichtigen Nährstoffen zu vermeiden, wurde von *Guareschi* (9) der Genuß von weniger radikal poliertem Reis empfohlen. Die Entfernung des Silberhäutchens und das Polieren erfolgt meist erst in den Verbrauchsländern. In geringen Mengen kommt auch „ungeschälter Reis" (mit Silberhäutchen) in den Handel. Er wird jedoch — man könnte sagen leider — sehr wenig gekauft. Als „Bruchreis" kommen zerbrochene Körner (teils geschält, teils ungeschält) zum Verkauf. Das kleiefreie Reiskorn heißt in grobgemahlenem Zustande „Reisgrieß", während es feingemahlen das „Reismehl" abgibt.

Der Reis ist, wie Hirse und Hafer, keine Brot-, sondern eine ausgesprochene Breipflanze. Er ist an sich fast geschmacklos und kann beinahe mit jedem anderen Nahrungsmittel gemischt genossen werden. Sein geringer Gehalt an Wasser und Nahrungsschlacken (etwa 10—15%, *Aron* und *Hocson* [4]) macht ihn auch zu einem ziemlich konzentrierten Nahrungsmittel. Es gibt vielerlei Zubereitungsarten: Reis stark gewürzt (Curry-Reis, indische Reistafel, Paprikaschoten mit Reis gefüllt usw.) oder als parfümierte Reisspeisen der Türken (Sulatje, Kasan-Bibi, Malibi [2]), sei es mit Fleisch oder Fisch zusammengekocht oder als Süßspeise mit Früchten. In der Hauptsache findet hierbei Verwendung der sogenannte Kochreis (das geschälte und polierte Korn). Dieser wurde auch zu den eigenen Versuchen benutzt.

Nach *Schall* (10) enthalten 100 g Reis an ausnützbaren Nährstoffen: 76 g Kohlehydrate, 6,5 g Eiweiß, 0,5 g Fett, eine Spur Na Cl; insgesamt 343 Kalorien. Der Reis ist, wie keines der anderen Vegetabilien, reich an leicht verdaulichen Kohlehydraten, aber außerordentlich eiweißarm und enthält kaum Kochsalz. Daher steht er in der eiweiß- und kochsalzarmen Nierendiät an erster Stelle. Bei Nephritiden, chronischen Ekzemen etc. empfiehlt *von Noorden* (2) sogenannte „Reiskuren", bei welchen der Reis zwar nicht die ganze, aber doch den Hauptteil der Nahrung bestreitet. Auch in der Kinderernährung, wie in der Kranken- und Diätküche ist der Reis heute nicht mehr wegzudenken.

In Bezug auf meine eigene Arbeit interessiert uns zunächst nur die Bedeutung des Reises als Nahrungsmittel für Gesunde. Daß der polierte Reis in diesem Betracht wegen seines Vitaminmangels und wegen seiner Mineralstoffarmut nur ein unvollkommenes Nahrungs-

mittel darstellt, wurde schon gesagt. Aber auch dann, wenn wir nur die drei organischen Hauptnährstoffe berücksichtigen, macht sich als weiterer Mangel die Fettarmut und in zweiter Linie die N-Armut dieses Reises geltend. Gewiß könnte man über die Fettarmut hinwegsehen, wenn eine zusätzliche Fettgabe garantiert wäre. Wenn aber der Reis, wie in manchen Gegenden Ostasiens, das Hauptnahrungsmittel darstellt, muß bei der Beurteilung des ernährungsphysiologischen Wertes die Eiweißarmut des polierten Reiskornes eine ungleich größere Rolle spielen.

Man hat sich darum mit Recht die Frage vorgelegt, ob es im extremen Falle überhaupt möglich ist, den Eiweißbedarf des Menschen mit Reis als alleiniger N-Nahrung zu decken. Dieser Eiweißbedarf umschließt bekanntlich ebensowohl die tägliche Eiweißmenge in der Nahrung, wie auch die Qualität des Eiweißes. Schon bei der Deckung der Abnutzungsquote greifen nach den Untersuchungen von *Thomas* (11) Quantität und Qualität des Nahrungseiweißes ineinander und erst recht ist das bekanntlich der Fall bei der Eiweißversorgung des im Wachstum befindlichen — jugendlichen — Körpers.

Darum läuft schließlich auch die Beantwortung der Frage, ob mit Reiseiweiß der Eiweißbedarf des menschlichen Körpers gedeckt werden könnte, zunächst auf die Beantwortung einer anderen Frage hinaus, ob nämlich ein Mensch überhaupt täglich soviel Reis konsumieren kann, daß die Eiweißzufuhr mit dem Reis genügen wird.

Wenn man nach den Tabellen von *Schall* (10) den Eiweißgehalt des polierten Reises mit 6,5%, den Kohlehydratgehalt mit 76%, den Fettgehalt mit 0,5% und den Kaloriengehalt mit 343 Kal. pro 100 g Reis annimmt, dann müßte ein 70 kg schwerer Mensch mit dem normalen Eiweißbedarf von 80 g Eiweiß ca. 1200—1300 g Reis essen.

Gewiß wäre damit für einen körperlich arbeitenden Menschen der Kalorienbedarf reichlich gedeckt, aber die Nahrung enthielte nur ca. 6 g Fett, wäre äußerst mineralstoffarm und fast vitaminfrei. Ganz abgesehen von allen diesen Nachteilen, ist es aber praktisch einem 70 kg schweren Menschen unmöglich, täglich 1¼ kg Reis zu konsumieren.

Diese Überlegung zeigt schon, daß der Reis nur in Verbindung mit anderer eiweiß-, fett-, vitamin- und mineralstoffreicher Nahrung bei der menschlichen Ernährung Verwendung finden kann. Wir kommen bei dieser Rechnung zu demselben Resultat, wie seinerzeit *Rubner* (12). Es ist von Interesse sich den Inhalt der *Rubner*'schen Arbeit hier ins Gedächtnis zurückzurufen.

Rubner stellte im Jahre 1877 Versuche am Menschen an (12) über die Verwertung des Stickstoffes bei Verfütterung von Reis. Bei den zweitägigen Versuchen gab er täglich 638 g Reis, mit einem N-Gehalt von insgesamt 20,9 g (beide Tage zusammen!). Im Harn und Kot wurden 27,41 g N ausgeschieden. Innerhalb von zwei Tagen verlor der Körper also 6,5 g N oder 42 g Eiweiß. N-Gleichgewicht hätte nur durch zusätzliche Gabe einer eiweißreichen Substanz erreicht werden können. *Rubner* hält zur Erhaltung des Eiweißstandes, selbst wenn

noch eiweißreiche Nahrungsmittel nebenbei zugeführt werden, 900 g Reis (täglich) für nötig. Fett, Asche und besonders die Kohlehydrate wurden besser resorbiert als z. B. die des Maises. Die Trockensubstanz des Reises kam in der Ausnutzung der des Fleisches gleich.

Zu einem analogen Ergebnis gelangten *Aron* und *Hocson* (4), deren Arbeit hier ebenfalls kurz referiert sein möge.

Auch ihnen ist es (1911) nicht gelungen bei ihren an mehreren Personen ausgeführten Versuchen, die sich zum Teil über vier Tage erstreckten, mit fast reiner Reiskost soviel N zuzuführen, als vom Körper erfordert wird. Während *Rubner* fand, daß 20,4% des zugeführten Reis-N sich im Kote wiederfinden, bekamen *Aron* und *Hocson* Werte von 29,1—33,3%. Es kamen demnach nur rund zwei Drittel des zugeführten Reis-Stickstoffes zur Resorption. Außerdem konnten *Aron* und *Hocson* feststellen, daß bei gemischter Kost das Verhältnis der N-Menge des Kotes zum vegetabilischen N der Nahrung fast konstant (etwa 1 : 3) bleibt und von der Menge des animalischen N der Nahrung kaum beeinflußt wird. Sie kommen zu dem Schluß, daß eine reine Reisnahrung, obwohl das Reiseiweiß bezüglich seiner biologischen Wertigkeit unter den pflanzlichen Eiweißarten an der Spitze steht, den Eiweißbedarf des Menschen nur ungenügend decken kann und man daher dem Reis pflanzliche oder am besten tierische eiweißreiche Nahrungsmittel zulegen müsse.

Aus diesen Untersuchungen geht aber hervor, daß im allgemeinen beim Menschen die Ausnutzung des Reiseiweißes im Darm eine befriedigende ist, indem die Ausnutzung des Stickstoffes etwa zwischen 67—80% liegt.

Andererseits geht aus den referierten Arbeiten hervor, daß es kaum möglich ist, einen erwachsenen Menschen durch ausschließlichen Reisgenuß im Stickstoff-Gleichgewicht oder gar bei positiver N-Bilanz zu halten. Aus diesem Grunde wird darauf hingewiesen, daß bei vornehmlicher Reisernährung zusätzliche eiweißhaltige Nahrungsmittel erforderlich sind.

In den soeben erwähnten Arbeiten von *Rubner* (12), sowie von *Aron* und *Hocson* (4) ist nur ganz allgemein die Frage behandelt, ob mit Reisnahrung der N-Bedarf im Sinne der Verhinderung einer negativen N-Bilanz gedeckt werden könnte. Von der Untersuchung der biologischen Wertigkeit des Reiseiweißes ist in den genannten Arbeiten nicht die Rede.

Gerade mit dieser Frage aber müssen wir uns sehr eingehend befassen, da ja meine vorliegende eigene experimentelle Untersuchung sich ebenfalls auf den biologischen Wert des Reiseiweißes bezieht. Da aber der biologische Wert eines Eiweißes von der molecularen Beschaffenheit desselben abhängt, sei zunächst ein kurzer Überblick über das gegeben, was die Chemie uns über den Reis Wissenswertes lehrt.

Über die allgemeine Zusammensetzung des Reises finden wir in einer Aufstellung von *König* (13):

	Wasser	Protein	Fett	Zucker	Dextrin	Stärke u. a.
Reis, unenthülst	12,58%	7,15%	1,52%	0,75%	1,15%	71,12%
enthülst	12,58%	8,09%	1,92%	0,91%	1,48%	72,82%

Auch bringt *König* (13) eine Gegenüberstellung von Kochreis und Reismehl:

Rohnährstoffe:	geschälter Kochreis	Reismehl, fein
Wasser	12,55%	12,29%
Stickstoffsubstanz	7,88%	7,39%
Fett	0,53%	0,69%
Kohlehydrate	77,79%	78,95%
Rohfaser	0,47%	0,10%
Asche	0,78%	0,58%
Ausnutzbare Nährstoffe:		
Stickstoffsubstanz	6,30%	5,91%
Fett	0,48%	0,62%
Kohlehydrate	76,23%	77,37%
Kalorien f. 1 kg Substanz:		
rohe Cal.	3523	3563
reine Cal.	3384	3424
Reinkalorien in 1 kg Trockensubstanz	3369	3903

Schall (10) hat in der von ihm aufgestellten Tabelle auch den nicht polierten und den halbpolierten Reis berücksichtigt:

	Reis (rot)	halbpoliert	Kochreis, poliert	Reismehl
g N × 6,25 Eiweiß	4,6	4,7	7,9	0,8
g Fett	1,2	1,8	0,5	0
g Kohlehydrate	71,1	66,5	77,8	85,2
g Wasser	12,6	12,5	12,6	13,7
% Eiweißwert	6	6	9	1
Kalorien (cal.)	322	309	356	335

kommen auf 100 g Reis.

Williams (14) hat auch die Zusammensetzung des gekochten Reises einer genauen Prüfung unterzogen und fand dabei folgende Werte:

	Reis	Reis (auf andere Art gekocht)
Wasser	71,88%	76,32%
Asche	0,10%	0,07%
Protein	1,92%	1,77%
Fett	0,05%	0,06%
Rohfaser	0,09%	0,09%
Stärke	27,07%	21,32%
Nährwertverhältnisse	1 : 14,1	1 : 12,1
Verbrennungswärme Cal.	1192,0	950,8

Osborne (15) war es, der nach eigener Methode (17) die Proteine des Reises zerlegte. Er fand in zwei Proben:

Albumin	Globulin	Prolamin	Oryzenin	Amide
1,62—3,20%	0,47%	0,48—0,52%	1,22—1,96%	0,12—0,45%

Von zur Sake-Brauerei bestimmtem, gebleichtem Reis haben *Takahashi* und *Sato* (16) 44 Proben nach obiger Methode untersucht. In der folgenden Tabelle, welche auf lufttrockene Substanz bezogen ist, werden die Werte von zwei Proben wiedergegeben, die fast genau mit den von *Osborne* gefundenen Werten übereinstimmen.

	Probe I	Probe II
Albumin (u. wasserlösl. Substanzen)	1,62 %	3,20 %
Globulin	0,466%	—
Prolamin	0,52 %	0,48 %
Oryzenin	1,24 %	1,96 %
Die Proben enthielten außerdem:		
Zucker	0,460%	0,240%
Stärke	76,086%	74,883%
Wasser	14,56 %	14,64 %
Fett	0,28 %	0,36 %
Dextrin	1,058%	0,852%
Zellulose	0,307%	0,404%
Asche	0,290%	0,268%
Phosphorsäure	0,141%	0,120%
N-Total	1,268%	1,312%
N albuminoider	1,106%	1,206%
N nicht albuminoider	0,162%	0,112%

Das von *Osborne* (18) gefundene spezifische Reisprotein (Oryzenin) dürfte eine ähnlich geartete Substanz sein, wie das Glutenin des Weizensamens und das im Mais vorkommende Maisglutelin. *Osborne* faßt diese Gruppe Proteine, wie sie ähnlich auch in den anderen Getreidearten zu finden sind, unter dem Namen „Gluteline" zusammen. Zum Unterschied zu den Globulinen, denen die Gluteline in ihren Eigenschaften nahe stehen, sind letztere nur in verdünnten Alkali- und Säurelösungen löslich.

Eine in Alkohol lösliche Eiweißsubstanz des Reises, die *Osborne* neuerdings fand und für einen Teil des Glutelins (Oryzenins) hielt, konnte von Hoffmann (19), der sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigte, nur in ganz geringen Mengen gefunden werden. Da dieser Eiweißkörper in seiner Löslichkeit gewissen Prolaminen ähnelt, hielt es *Hoffmann* für unwahrscheinlich, daß es sich um einen Teil des Reisglutelins handelt.

Rosenheim und *Kajura* (20) geben auf Grund ihrer Analysen dem Oryzenin den Hauptanteil an der gesamten Eiweißsubstanz des Reissamens.

Als erste haben im Jahre 1908 *Suzuki, Yoshimura* und *Fuyi* (21) das Oryzenin in Bezug auf seine Bausteine näher untersucht und bekamen mittels Hydrolyse folgende Produkte:

Glykokoll	? %	Serin	—
Alanin	3,7%	Tyrosin	0,5 %
Valin	?	Cystin	—
Leucin	14,3%	Lysin	0,86%
Prolin	3,3%	Histidin	0,81%
Phenylalanin	2,0%	Arginin	1,60%
Asparginsäure	0,4%	Ammoniak	2,23%
Glutaminsäure	14,5%	Tryptophan	—

Osborne (22) erhielt 1915 bei der Hydrolyse des Oryzenins:

Cystin-N	0,9	in Prozent Gesamt-N
Arginin-N	17,7	
Histidin-N	5,4	
Lysin-N	4,9	

Die biologische Wertigkeit des Reiseiweißes.

Wachstumsversuche an jungen Tieren mit Reiseiweiß ohne Rücksicht auf die Vitaminfrage existieren meines Wissens nicht. Auch im Buche von *Mc. Collum* und *Simmonds* (23) über die neue Ernährungslehre finden sich keine diesbezüglichen Angaben, wie Reiseiweiß als Nahrungseiweiß z. B. im Vergleich zu Casein als Nahrungseiweiß im Rahmen einer im übrigen in Bezug auf den N-, Kohlehydrat-, Fett-, Vitamin- und Mineralstoffgehalt gleichartig zusammengesetzten Nahrung auf das Wachstum junger Tiere wirkt.

Wohl aber hat *Thomas* (11) im Jahre 1909 in Selbstversuchen ermittelt, daß zur Deckung der Abnutzungsquote vom Reiseiweiß nur eine um wenig größere Menge genossen werden muß, als vom Fleisch-, Fisch- oder Milcheiweiß. Er gibt die biologische Wertigkeit des Reiseiweißes mit 88,32% an, wobei das Milcheiweiß mit 99,71% angesetzt ist.

Abderhalden (28) definiert den Begriff der biologischen Wertigkeit folgendermaßen: „Die sogenannte biologische Wertigkeit gibt an, wie viele Teile Körper-N vertreten werden können durch 100 Teile Nahrungs-N."

Er hat in einer Vergleichstabelle die Wertigkeiten verschiedener Nahrungsmittel zusammengestellt:

	Biolog. Wertigkeit	Reineiweißgehalt
Rindfleisch	104,74	87,5
Milch	99,71	95,03
Nutrose	69,02	—
Casein, verdaut	70,14	—
Fisch	94,46	93,72
Reis	*88,32*	*95,0*

Blumenkohl	83,88	—
Krabben	79,15	69,12
Kartoffel	78,89	63,0
Kirschen	78,57	—
Hefe	70,52	—
Spinat	63,83	76,9
Erbsen	55,73	90,0
Weizenmehl	39,56	71,4
Mehl	29,82	94,8

Für den Baustoffwechsel ist daher das Reiseiweiß immerhin ein gutes, wenn auch nicht das beste Eiweiß. Der Grund hierfür muß in der Zusammensetzung des Reiseiweißes, besonders des Oryzenins hinsichtlich der Art, der Menge und dem Mischungsverhältnis der Aminosäurenbausteine der Eiweißmoleküle gesucht werden. Dabei fällt besonders auf der hohe Lysingehalt im gesamten Endosperm, so daß man wohl auch noch für den polierten Reis eine nicht zu unterschätzende Menge dieser Aminosäure annehmen darf.

Zur weiteren biologischen Charakterisierung des Reiseiweißes war es auch wohl wünschenswert, in Anlehnung an die diesbezüglichen Untersuchungen einer Reihe anderer Eiweiße festzustellen, wie es sich als Nahrungseiweiß auf den Betriebsstoffwechsel auswirkt. Diese Feststellung ist bekanntlich dadurch möglich, daß man die Lage der Harnquotienten C : N und Vacat-O : N ermittelt, wenn im Rahmen der gemischten Nahrung und bei genügender Eiweißversorgung des Körpers der Reis der ausschließliche Nahrungs-N-Träger ist. Zu diesen Versuchen wurde ebenfalls, wie bei den *Thomas*schen Versuchen, der polierte Reis verwendet, weil er die gebräuchlichste Form darstellt, in der der Reis von der Menschheit genossen wird. Daß ihm, abgesehen von den Vitaminen, auch die Eiweißkörper der Randschicht des Reiskorns fehlen, wurde oben bereits erwähnt.

Meine Versuche wurden an zwei Gruppen von je 10 Ratten, mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 211 bzw. 219 g, angestellt. In den Perioden, in denen der Reis den Nahrungsstickstoff lieferte, betrug bei der Ratte die Ausnützung des Reiseiweißes im Darm etwas über 90%. Denn in der fünftägigen Analysenperiode betrug der Nahrungs-N 7,85 g Reis-N für 10 Ratten und der Kot-N bei der ersten Tiergruppe in der ersten Reisperiode 0,63 g, in der zweiten 0,40 g, während er bei der zweiten Tiergruppe 0,57 g bzw. 0,39 g betrug. Das sind etwa 92—94%.

Das ist doch wohl eine wesentlich bessere Ausnützung als beim Menschen. Mit der Dauer der Reisernährung besserte sich die Ausnutzung bei der Ratte, erreichte also nur allmählich die höheren Ausnützungswerte. Ähnliche Beobachtungen über die Gewöhnung des Darmes an eine bestimmte, mehr oder minder schlackenreiche, pflanzliche Kost mit schrittweise besserer N-Ausnutzung und Verringerung der Trockenkot-Menge sind im hiesigen Laboratorium bei derartigen

Versuchen an Ratten öfters gemacht worden und früher ist schon von *v. Hösslin* (25) am Menschen das Gleiche gesehen worden.

Bei meinen Versuchen betrug nämlich in der ersten Woche der Reisfütterung bei der I. Gruppe der Trockenkot 14,4 g und der Kot-N 0,63 g, bei der II. Gruppe 13,2 g bzw. 0,57 g. In der zweiten Woche der Reisnahrung aber bei der I. Gruppe der Trockenkot 8,4 g und der Kot-N 0,4 g. Bei der II. Gruppe waren die Zahlen 8,9 g und 0,39 g.

Wenn auch bei der angewandten Versuchstechnik bei derartigen Gruppenversuchen schwer vermeidliche Harn-N-Verluste auftreten und damit die täglichen absoluten Harn-N-Werte Minimalwerte und die N-Bilanzen infolgedessen Maximalwerte darstellen, so ist doch immerhin auffällig, daß bei beiden Gruppen die Harn-N-Mengen in den Casein-Perioden sehr gut unter sich übereinstimmen und daß im Vergleich zu ihnen die Harn-N-Werte in den Reisperioden in allen Fällen geringer sind (obschon mit der Reisnahrung mehr N als mit der Caseinnahrung gegeben worden war, wie wir sehen werden), daß endlich bei jeder Gruppe die Harn-N-Mengen in den beiden Reis-Perioden sehr ähnlich oder fast dieselben sind.

Die Harnmengen zeigten in den korrespondierenden Perioden der beiden Versuche ein analoges Verhalten. In der folgenden Tabelle führe ich die Mittelwerte auf:

	Gruppe I	Gruppe II
Periode 1 . .	326 ccm	476 ccm
Periode 2 . .	231 ccm	213 ccm
Periode 3 . .	217 ccm	203 ccm

In den Perioden mit Reisnahrung war die Harnmenge immer geringer als in den Casein-Perioden.

Das Körpergewicht blieb während des ganzen Versuchs bei beiden Rattengruppen unter kleinen Schwankungen konstant.

Im Vergleich zu den Casein-Perioden waren in allen Reis-Perioden die Mittelwerte für die absoluten C- und Vacat-O-Mengen geringer. Dasselbe gilt auch für die absoluten Harn-N-Mengen. Aber das Verhältnis von C : N oder Vacat-O : N änderte sich dabei nicht im geringsten, es lagen alle diese Quotienten innerhalb der für die Casein-Nahrung gültigen physiologischen Differenzen, die hier bei C : N 0,2 und bei Vacat-O : N 0,3 kaum überschreiten, wenn Casein das gesamte Nahrungseiweiß im Rahmen der gemischten Nahrung ist.

Die Mittelwerte für C : N und Vacat-O : N in den beiden Reis-Perioden meiner Versuche liegen durchaus im Rahmen derjenigen Werte, die einer entsprechenden Nahrung zustehen, in der Casein das Nahrungseiweiß ist. Das zeigt sehr deutlich ein Vergleich der von mir gefundenen Werte mit denen, die in der Tabelle 3 in der Schrift von *Bickel* (29) über die Brotnahrung zusammengestellt sind. Es gehört also das Reiseiweiß zu denjenigen pflanzlichen Eiweißen, die eine niedrige Harnquotientenlage unterhalten.

Ich habe nun bei meinen Versuchen in einer der 1. Reis-Periode voraufgehenden Periode, an Stelle des Reiseiweißes Casein und der

Reisstärke Kartoffelstärke und Zucker gegeben und bei meinen beiden Rattengruppen auch die Harnquotientenlage bei der Caseinnahrung bestimmt. Ich habe aber 17% Casein-N weniger gegeben als Reis-N, weil ich die Frage einer erneuten Prüfung unterziehen wollte, wieweit derartige Schwankungen im N-Gehalt der Nahrung einen Einfluß auf die Harnquotientenlage ausüben. Es zeigte sich, daß in beiden Versuchen die Quotienten bei der Caseinnahrung dieselben waren, wie bei der Reisnahrung.

Es zeigte sich aber auch, daß die Quotienten bei der Caseinnahrung mit C : N = 1,10 bzw. 1,15 und Vacat-O : N mit 1,79 bzw. 1,60 völlig im Rahmen derjenigen lagen, die sich aus der oben genannten *Bickel*schen Tabelle ergeben.

Dieses Ergebnis stimmt mit einer entsprechenden Beobachtung von *Feichtmayer* überein, der, bei der hier gegebenen Größenordnung von 1 g Casein pro Ratte und Tag, fand, daß selbst Schwankungen von 25% n in der Nahrung ohne Einfluß auf die Harnquotientengestaltung sind.

Zusammenfassung.

1. Wenn in einer definierten gemischten Nahrung der polierte Reis der Nahrungs-N-Träger ist, haben die Harnquotienten diejenige Lage, die für eine entsprechende Nahrung mit Casein als Nahrungseiweiß charakteristisch ist.

2. Eine Schwankung im N-Gehalt der Nahrung von 17% ist ohne Einfluß auf die Lage der Harnquotienten, wenn im übrigen die Nahrung bestimmten Anforderungen entspricht.

EXPERIMENTELLER TEIL.

Methodik.

Zu den Versuchen wurden zwei Gruppen von 10 männlichen, weißen Ratten benutzt. Sie wurden in einem Stoffwechselkäfig gehalten, der es gestattete, Harn und Kot getrennt aufzufangen. Die tägliche Nahrungsration, die sich aus den Nahrungsmitteltabellen ergibt, wurde immer quantitativ verzehrt. Jede Periode dauerte 7 Tage. An den 5 letzten Tagen jeder Periode wurden die Analysen gemacht. In dem während der 5 Analysentage gesammelten Kot wurde die Trockensubstanz und der N-Gehalt bestimmt. Der Harn wurde täglich auf Eiweiß und Zucker untersucht und war immer frei von Eiweiß und Zucker. Im Harn wurde an den Analysentagen der Kohlenstoff nach der Mikromethode von *Nicloux-Osuka* (31), der Vacat-Sauerstoff nach der Mikromethode von *Müller-Kanitz* (32) und der Stickstoff nach der Halbmikromethode von *Kjeldahl* bestimmt. Das Körpergewicht jedes einzelnen Tieres wurde täglich festgestellt. In den Tabelle bezeichnen die Zahlen für C, Vacat-O und N die Werte für 10 Tiere an einem Tag. Die Kot-N-Mengen und Trockenkotmengen beziehen sich auf 10 Tiere an jeweils 5 Analysentagen. Die Periodendurchschnitts-Quotienten sind ermittelt durch Division der Periodenmittelwerte für C, Vacat-O und N. Die Körpergewichtszahlen geben die mittleren Körpergewichte bei Berechnung auf ein Tier an, an den einzelnen Tagen bzw. in den einzelnen Perioden. Alle Nahrungsbestandteile, bis auf die Vitaminträger, wurden mit Wasser zu einem Brei gekocht, dem nach Erkalten Lebertran und Apfelsinensaft (a. Vitaminträger) zugesetzt wurden.

Versuchsprotokolle.

Tägliche Futtermenge für 10 Ratten.

Es enthalten:

1 g Kasein = 0,125 g N
1 g Reis = 0,0121 g N
1 g Stärke = 0,0008 g N

Periode 1.

Casein	= 10,0 g
Lebertran . . .	= 15,0 ccm
Zucker	= 60,0 g
Stärke	= 60,0 g
Salzgemisch .	= 2,0 g
Apfelsinensaft	= 10,0 ccm
Wasser	= 600,0 ccm

ca. 65 Kalorien pro Tier und Tag.
N-Gehalt der Nahrung = 1,30 g
(für 10 Ratten pro Tag).

Periode 2.

Reis	= 130,0 g
Lebertran . . .	= 15,0 ccm
Salzgemisch .	= 2,0 g
Apfelsinensaft	= 10,0 ccm
Wasser	= 600,0 ccm

ca. 65 Kalorien pro Tier und Tag.
N-Gehalt der Nahrung = 1,57 g
(für 10 Ratten pro Tag).

Periode 3.

= Futter der 2. Periode.

Nahrung-N bei Periode 1 ist 17% weniger als bei Periode 2 und 3.

Analysen-Tabelle.

Versuch I. 10 Ratten.

Analysentag Nr.	Körper-gewicht. i. g	Harnmenge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C/N	V. O/N	O/C
			Periode 1. Casein.					
1	210	150	715	1122	666	1,07	1,68	1,57
2	210	263	655	1212	618	1,06	1,96	1,85
3	211	410	652	923	595	1,10	1,55	1,42
4	212	410	906	1480	828	1,10	1,79	1,63
5	212	400	980	1616	840	1,17	1,92	1,65
	Periodendurchschnittswert:		780	1271	709	1,10	1,79	1,63
			Periode 2. Reis.					
6	210	290	876	1459	719	1,22	2,03	1,67
7	210	250	603	803	525	1,15	1,53	1,33
8	211	238	624	907	545	1,14	1,66	1,45
9	212	178	627	655	534	1,17	1,23	1,05
10	213	200	656	770	574	1,13	1,34	1,17
	Periodendurchschnittswert:		677	919	580	1,17	1,59	1,36
			Periode 3. Reis.					
11	212	132	511	657	481	1,06	1,37	1,29
12	212	190	583	838	505	1,15	1,66	1,44
13	211	202	624	881	527	1,18	1,67	1,41
14	212	278	573	948	525	1,09	1,80	1,66
15	212	282	570	902	522	1,09	1,73	1,58
	Periodendurchschnittswert:		572	845	512	1,12	1,65	1,48

Analysen-Tabelle.

Versuch II. 10 Ratten.

Analysentag Nr.	Körper-gewicht. i. g	Harnmenge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C/N	V. O/N	O/C
			Periode 1. Casein.					
1	219	355	1044	1395	898	1,16	1,55	1,34
2	219	557	713	1092	624	1,14	1,75	1,53
3	219	580	673	992	609	1,10	1,63	1,47
4	220	440	700	854	620	1,13	1,38	1,22
5	220	448	717	1026	600	1,19	1,71	1,43
	Periodendurchschnittswert:		769	1072	670	1,15	1,60	1,39
			Periode 2. Reis.					
6	219	260	663	1316	556	1,19	2,36	1,98
7	219	226	484	967	436	1,11	2,22	2,00
8	219	239	574	911	502	1,14	1,81	1,59
9	220	178	532	596	459	1,16	1,30	1,12
10	221	160	467	616	400	1,17	1,54	1,32
	Periodendurchschnittswert:		544	881	471	1,16	1,87	1,62
			Periode 3. Reis.					
11	220	167	494	588	426	1,16	1,38	1,19
12	220	170	507	716	434	1,17	1,65	1,41
13	220	230	692	1003	598	1,16	1,68	1,45
14	220	220	535	741	453	1,18	1,64	1,39
15	219	226	554	726	475	1,17	1,51	1,31
	Periodendurchschnittswert:		556	755	477	1,17	1,58	1,36

Übersichts-Tabellen.

Versuch I. 10 Ratten.

Periode Nr.	Körper-gewicht. i. g	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C/N	V. O/N	Kot-N i. g	Trocken-substanz i. g
I. Kasein	211	780	1271	709	1,10	1,79	0,58	12,8
II. Reis	211	677	919	580	1,17	1,59	0,63	14,4
III. Reis	212	572	845	512	1,12	1,65	0,40	8,4

Versuch II. 10 Ratten.

I. Kasein	219	769	1072	670	1,15	1,60	0,67	15,9
II. Reis	220	544	881	471	1,16	1,87	0,57	13,2
III. Reis	220	556	755	477	1,17	1,58	0,39	8,9

LITERATUR.

1. *Hintze:* Geographie u. Geschichte d. Ernährung, 1934. S. 143, 159, 173.
2. *v. Noorden* und *Salomon:* Handbuch d. Ernährungslehre, Bd. I, Allgemeine Diätetik. S. 351. 1920.
3. *J. König:* Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel, sowie der Gebrauchsgegenstände, 1920. Bd. II. S. 352, 833.
4. *Aron* und *Hocson:* „Reis als Nahrungsmittel", Biochem. Zeitschr. 1911. Bd. 32. S. 189.
5. *Wise* und *Broomel,* zit. nach Funk (s. Nr. 26).
6. *Eijkman,* zit. nach König (s. Nr. 3).
7. *Fraser* und *Stanton,* zit. nach Funk (s. Nr. 26).
8. *Bell* und *Mendel,* zit. nach Funk (s. Nr. 26).
9. *Guareschi,* zit. nach Funk (s. Nr. 26).
10. *Schall:* Nahrungsmitteltabelle, 1932. S. 3, 19, 20, 88, 97—98.
11. *Thomas:* Archiv f. (Anatomie u.) Physiologie, 1909. S. 219/302: „Über die biologische Wertigkeit d. Stickstoffsubstanzen".
12. *Rubner:* Zeitschr. f. Biologie, 1915. S. 115/202: „Über die Ausnutzung einiger Nahrungsmittel etc.".
13. *König:* Nährwerttafel, 1913. S. 5.
14. *Williams:* Journ. of Ind. and Eugine Chem. 5, 653—56, August, Bristol, Engl. Univ. „Über die chem. Zusammensetzung gekochter vegetabilischer Nahrungsmittel"; zit. nach Chem. Zentralbl. Bd. 13, II. S. 1422.
15. *Osborne,* zit. nach König (s. Nr. 3).
16. *Takahashi* und *Sato:* Journ. Coll. Agric. Tokyo 5, 155—52 10/3. „Über die chem. Zusammensetzung von geschältem Reis mit spezieller Berücksichtigung des Nährwertes seiner Proteinsubstanzen f. Sake-Hefe u. Aspergillus Oryzae"; zit. nach Chem. Zentralbl. Bd. 13. II. S. 1321.
17. *Osborne:* Methode zur Zerlegung d. Proteine. Amer. Journ. Physiol. 20, 496 C 1908 I 865, Journ. Amer. Chem. Soc. 17, 557; C 95 II 307.
18. *Osborne,* zit. nach Musspratt (s. Nr. 27).
19. *Hoffmann:* Journ. Biol. Chem. 66, 501—04, 1925. St. Paul Uni. of Minnesota; zit. nach Chem. Zentralbl. Bd. 26, I S. 2592: „Ein aus pol. Reis isolierter alkohollöslicher Eiweißkörper".
20. *Rosenheim* und *Kajura:* Journ. of Physiol. 1907/1908. „The proteins of rice."

21. *Suzuki, Yoshimura* und *Fuyi:* Journ. of the College of Agriculture Tokyo Imperial University 1. 77—88, 1909; zit. nach Abderhalden (s. Nr. 24) Bd. IV.
22. *Osborne, van Slyke, Leavenworth* und *Vinograd:* Journ. of biol. Chem. 22, 259, 1915. Chem. Zentralbl. 1915. II. 1195; zit. nach Abderhalden (s. Nr. 24) Bd. XIV.
23. *Mc. Collum* und *N. Simmonds:* Neue Ernährungslehre, 1928. S. 58.
24. *Abderhalden:* Biochem. Handlexikon, IV. Bd. 1911. Kap.: Gluteline, S. 48. XIV. Bd. 1933 (Oryzenin) S. 78.
25. *v. Hösslin:* Jahreskurse f. ärztl. Fortbildung, 21, 1930: „Verdaulichkeit, Bekömmlichkeit u. Wirksamkeit unserer Nahrung".
26. Funk: *Vitamine.*
27. *Musspratt:* Chemie, Erg. Bd. III, 1. 1915. Fodor, Kpt. Eiweiß: Albumine d. Getreidesamen u. Leguminosensamen. S. 291.
28. *Abderhalden:* Lehrbuch d. Physiolo. Chemie, II. Teil, 1923. S. 467.
29. *Bickel:* Die Brotnahrung des deutschen Volkes und seines Heeres. 1937. S. 28.
30. *v. Tyszka:* Ernährung und Lebenshaltung des Deutschen Volkes. 1934.
31. *Osuka:* Biochem. Zeitschr. 1932, 246. S. 104.
32. *Kanitz:* Biochem. Zeitschr. 1932, 249. S. 234.
— Biochem. Zeitschr. 1933, 257. S. 361.

LEBENSLAUF.

Ich, Hansheinz Kohler, wurde am 12. April 1912 als Sohn des Reichsdeutschen Rechtsanwaltes Rudolf Kohler und dessen Ehefrau Mathilde, geb. Suttner, in Swakopmund, Deutsch-Südwest-Afrika, geboren.

Ende 1919 kam ich mit meinen Eltern nach Deutschland und besuchte in Ludwigshafen am Rhein das humanistische Gymnasium. 1925 kam ich auf das humanistische Gymnasium in Rudolstadt/Thür., wo ich 1931 die Reifeprüfung bestand. Anschließend bezog ich die Medizinische Fakultät in Würzburg, wo ich im Jahre 1933 das Medizinische Vorexamen ablegte. Die nächsten Semester studierte ich in Jena und Leipzig. In Leipzig diente ich als Sanitäts-Offizier-Anwärter im Winter 1934/35 ein halbes Jahr beim 11. Inf. Regt. mit der Waffe. Im April 1935 kam ich nach Berlin auf die Militärärztliche Akademie. Im Sommer 1936 bestand ich vor der Berliner medizinischen Prüfungskommission das Medizinische Staatsexamen mit „Sehr gut". Vom 1. 10. 36 bis 1. 7. 37 war ich als Unterarzt am Standortlazarett in Jüterbog tätig, kam anschließend an das Luftfahrtmedizinische Forschungsinstitut nach Berlin zurück und wurde von dort am 1. 10. 37 zur Luftwaffen-Sanitäts-Staffel nach Stade an der Elbe versetzt. Am 1. Oktober 1937 wurde mir die Bestallung als Arzt erteilt. Im Sommer des Jahres 1937 fertigte ich in dem Laboratorium von Herrn Professor Dr. A. Bickel vorliegende Promotionsschrift an. Ich möchte an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Bickel für die Überlassung des Themas und seine Ratschläge bei der Durchführung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank aussprechen.